การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบริหารจัดการเครือข่ายแลนไร้สาย กรณีศึกษา สำนักงานเทศบาลนครอุดรธานี

Performance Analysis of WLAN for Network Management Case Study of Udonthani Municipality

อุดร พันกระจัด[1], ขจิตพรรณ กฤตพลวิมาน[2]

Udon Phankrachad[1], Khajitpan Kritpolviman[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการสำรวจและวัดค่าสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายภายในอาคารสำนักงานเทศบาลนครอุดรธานีมีการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายเพื่อให้บริการข้าราชการ ลูกจ้าง พนักงานและประชาชนทั่วไป ซึ่งมีผู้ใช้งานหลายกลุ่มงาน ตำแหน่งในการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายนั้นพิจารณาจากตำแหน่งของกลุ่มผู้ใช้แต่ละกลุ่มทำให้บางจุดมีอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายอยู่ในระยะห่างกันไม่มาก และมีอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายหลายเครื่องที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันและใช้ช่องสัญญาณความถี่เดียวกันซึ่งทำให้เกิดปัญหาสัญญาณรบกวนกันระหว่างอุปกรณ์ และปัญหาความล่าช้าของระบบเครือข่าย กระบวนการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Ekahau Heat mapper Wi-Fi Site Survey เพื่อสำรวจพื้นที่ที่ให้บริการของอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายโดยการตรวจจุดติดตั้งทุกๆชั้นของอาคารที่ทำการสำรวจ โปรแกรม inSSIDer4 เพื่อสำรวจหมายเลขเครือข่าย ช่องสัญญาณเครือข่ายการรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน และข้อมูลการซ้อนทับของช่องสัญญาณของอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายโปรแกรม Acrylic Wi-Fi Professional เพื่อวัดค่าความแรงของสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย โดยวัดจากค่าระดับความเข้มของสัญญาณที่รับได้ ซึ่งเป็นการวัดความแรงหรือความเข้มของสัญญาณที่ส่งออกมาจากอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายมีหน่วยเป็น dBm และค่าอัตราส่วนการส่งสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนและใช้โปรแกรม Net Meter เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายแลนไร้สายจากผลการวิจัยที่ได้ สามารถสรุปได้ว่าการติดตั้งระบบเครือข่ายแลนไร้สายต้องมีการวางแผนที่ดีทั้งในเรื่องตำแหน่งในการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายและการบริหารจัดการช่องความถี่ของสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาสัญญาณรบกวนกันเองระหว่างอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายที่ติดตั้งอยู่ใกล้กันซึ่งการแก้ปัญหาดังกล่าวทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบเครือข่ายแลนไร้สายดีขึ้นทั้งนี้ในงานวิจัยฉบับนี้ยังได้ทำการเสนอแนวทางในการปรับปรุงเครือข่ายแลนไร้สายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และเสนอแผนผังบริหารจัดการเครือข่ายแลนไร้สายแบบใหม่เพื่อการปรับปรุงต่อไป

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครือข่าย เครือข่ายแลนไร้สาย การบริหารจัดการเครือข่าย

Abstract

In this research, the performance of indoor wireless local area network deployed in the Udonthani Municipality office building, where many access points and various groups of users from several sub-

---

[1]นักศึกษาปริญญาโท, [2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

[1]Master's degree student, [2]Assistant Professor, School of Science and Technology(Information and Communication Technology)SukhothaiThammathirat Open University

segments were located, was analyzed. The positions of wireless LAN access points (AP) in the building were considered regarding locations of each user group. Thus, the placement of some WLAN APs were close to others, and several WLAN APs within the adjacent area occupied the same frequency channels leading to the co-channel interference and loaded traffic network problem.

The research methodology used software as follows: Ekahau Heat mapper Wi-Fi Site Survey to explore the WLAN APs coverage areas by measuring all APs installed on each floor of the survey building; InSSIDer4 program to explore the network number, network channel, network co-channel Interference and the overlapping access points;Acrylic Wi-Fi professionalsto measure the WLAN signal strength as measuredby the received signal strength indicator (RSSI)in dBmand the signal-to-noise ratio (SNR); and Net Meter to measure the WLAN data transmission performance.The results of this research suggested that the installation of WLAN need to be analytically planned both position and channel allocation for WLAN Aps to avoid signal interference. The solution for thisproblem could improve the WLAN performance. Finally, this research proposed the guideline for improving the present WLAN installation and also the modified WLAN management plans.

Keywords: Network performance analysis, Wireless local area network, Network management

บทนำ

สำนักงานเทศบาลนครอุดรธานี เป็นหน่วยงานการปกครองส่วนท้องถิ่นที่จัดตั้งขึ้นเพื่อให้บริการประชาชน ภายในเขตเทศบาลจังหวัดอุดรธานี โดยได้ทำการติดตั้งระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการองค์กรและสนับสนุนการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย ระบบบริหารงานงบประมาณ การวิเคราะห์และติดตามการใช้งบประมาณ ระบบบริหารงานคลังอิเล็กทรอนิกส์ ระบบบริหารงานทรัพยากร ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานบริการส่วนหน้า ระบบบริหารจัดการสถานศึกษา ระบบบริหารจัดการฐานข้อมูลแบบรวมศูนย์กลาง ระบบการจัดการเรื่องร้องทุกข์ของประชาชน และบริการข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ภายใต้ชื่อ "สายด่วนนครอุดรธานี 1132" โดยผ่านช่องทางเว็บเพจของสำนักงานเทศบาลนครอุดรธานี โปรแกรม Facebook โปรแกรม Line และเบอร์ Call Center 1132

จากระบบงานที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น สำนักงานเทศบาลนครอุดรธานี จึงได้นำเอาระบบสารสนเทศและระบบเครือข่ายแลนไร้สาย(Wireless Local Area Network :WLAN)[1] เข้ามาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศเดิมที่มีอยู่ เพื่อให้บริการประชาชนที่รวดเร็วและสะดวกยิ่งขึ้น ซึ่งจะให้บริการประชาชนผู้เข้ามาขอรับบริการยื่นคำร้องด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีการใช้งานผ่านระบบเครือข่ายแลน และระบบเครือข่ายแลนไร้สายระบบที่ได้นำเอาระบบเครือข่ายแลนไร้สายเข้ามาประยุกต์ใช้ คือ ระบบการจัดการเรื่องราวร้องทุกข์ให้กับประชาชน ผ่านช่องทางสังคมออนไลน์ เช่น โปรแกรม Facebook โปรแกรม Line โดยประชาชนสามารถส่งเรื่องราวร้องทุกข์ผ่านทางสื่อสารมายังเจ้าหน้าที่ที่ดูแล และผู้คณะบริหารยังสามารถเข้ามาตรวจสอบได้โดยผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ตสมาร์ทโฟน จากระบบที่ให้บริการประชาชนดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นทางสำนักงานเทศบาลนครอุดรธานีจึงได้มีการว่าจ้างผู้รับเหมาเข้ามาทำการการติดตั้งระบบเครือข่ายแลนไร้สายเพื่ออำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ที่ให้บริการประชาชน แต่การติดตั้งนั้นไม่ได้คำนึงถึงประสิทธิภาพการวางแผน การติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย (Access Point :AP)[2] ให้

ครอบคลุมพื้นที่สำหรับจุดที่จะให้บริการ และการกำหนดช่องสัญญาณความถี่ของอุปกรณ์ให้มีความเหมาะสม จึงทำให้ระบบเครือข่ายแลนไร้สายเกิดปัญหาในการใช้งาน ระบบไม่มีความเสถียร อุปกรณ์ไม่สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแลนไร้สายได้ เช่น การส่งผ่านข้อมูลเกิดความล่าช้าปัญหาในการรับส่งข้อมูลบัตรคิว ที่มีการส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายแลนไร้สาย ไปยังหน้าจอแสดงผล เพื่อให้ประชาชนได้รับรู้ลำดับของตนเอง การแสดงผลช่องให้บริการไม่ตรงกับบัตรคิวที่ประชาชนได้รับ ระบบประเมินความพึงพอใจเกิดความล้าช้าเนื่องจากระบบเครือข่ายแลนไร้สายยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากจุดที่ติดตั้งไม่ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ทั้งหมด และจำนวนในการติดตั้งยังไม่เพียงพอต่อการให้บริการซึ่งบุคคลากรมีการเข้ามาใช้งานสูงสุดต่อครั้ง ประมาณ 80 – 100 คน ซึ่งมีอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย ที่ให้บริการเพียง 1 เครื่อง ซึ่งไม่เพียงพอต่อการให้บริการในส่วนนี้ จากปัญหาดังกล่าวที่พบ ผู้จัดทำจึงได้ดำเนินงานวิจัยในเรื่องนี้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในหน่วยงาน เพื่อจะทำให้ระบบเครือข่ายแลนไร้สายสามารถให้บริการบุคลากรและประชาชนได้อย่างสะดวกและรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งหาแนวทางและวิธีการแก้ไขให้ถูกต้องและนำมาประยุกต์ใช้ต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยเรื่องการวัดประสิทธิภาพการทำงานเครือข่ายแลนไร้สาย[3] ของนางสาวพิศพราวเหล่าบุศรากุลสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้กล่าวถึงการสำรวจวัดสัญญาณเครือข่ายไร้สายในอาคารที่มีการติดตั้งอุปกรณ์จุดการเข้าถึงหลายจุดซึ่งมีผู้ใช้งานหลายกลุ่มจากหลายหน่วยงานย่อยโดยตำแหน่งในการติดตั้งAP ของอาคารที่ทำการสำรวจนั้นพิจารณาจากตำแหน่งของกลุ่มผู้ใช้แต่ละกลุ่มทำให้บางจุดมีAP อยู่ในระยะห่างกันไม่มากและมี AP หลายเครื่องที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันใช้ช่องสัญญาณความถี่เดียวกันซึ่งทำให้เกิดปัญหาสัญญาณรบกวนกันขึ้นโดยในการสำรวจวัดสัญญาณนั้นได้ใช้โปรแกรม Aironet Client Utility ทำการวัดค่าความแรงของสัญญาณ (Signal Strength), ค่ากำลังของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal-to-NoiseRatio)และค่าระดับของสัญญาณรบกวน (Noise Level) จากนั้นจึงทำการเก็บสถิติจากการโอนถ่ายไฟล์ข้อมูล(File Transfer) เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพของสัญญาณซึ่งผลการสำรวจวัดสัญญาณที่ได้สามารถสรุปได้ว่าการติดตั้งเครือข่ายไร้สายต้องมีการวางแผนที่ดีทั้งในเรื่องตำแหน่งในการติดตั้ง AP และการบริหารช่องความถี่ของสัญญาณเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาสัญญาณรบกวนกันระหว่าง AP ที่ติดตั้งอยู่ใกล้กันมากเกินไปและปัญหา Co-Channel Interference ที่เกิดจากการติดตั้ง AP ที่ใช้ช่องสัญญาณความถี่เดียวกันไว้ใกล้กันซึ่งจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบเครือข่ายดีขึ้น

2. งานวิจัยเรื่องการออกแบบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สายโดยใช้ขั้นตอนเชิงพันธุกรรม[4] ของนายกชกร มากสุริวงศ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นการหาตำแหน่งเครื่องกระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการให้บริการสื่อสารข้อมูลในปัจจุบัน โดยการหาตำแหน่งนั้นมีเป้าหมายให้สามารถบริการครอบคลุมพื้นที่และใช้จำนวน AP ให้น้อยที่สุด การออกแบบใช้งานในอาคารที่มีความซับซ้อน และผนังที่วางในลักษณะที่ไม่สมมาตร จะเพิ่มความซับซ้อนในการออกแบบมากขึ้น งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเสนอเทคนิคการออกแบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สายโดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายจุดประสงค์ เนื่องจากสามารถหาตำแหน่งในการติดตั้งที่เหมาะสมโดยเทียบกับจำนวน AP หลายค่าในการประมวลผลเพียงครั้งเดียว ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการออกแบบด้วยวิธีอื่นแล้ว สามารถที่จะลดพื้นที่ที่ไม่สามารถให้บริการได้รวมทั้งยังมีค่าเฉลี่ยของระดับสัญญาณที่ดีขึ้น

3. งานวิจัยเรื่องการประเมินคุณภาพโครงข่าย WIFI มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย[5] ของนายบัญชาโพธิ์ทัย ได้อธิบายถึงการกระจายช่องทางในการเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายแลนไร้สายนั้นทำได้ดีอยู่แล้วโดยสามารถติดตั้งอุปกรณ์ในการแพร่กระจายสัญญาณเพื่อให้บริการได้ครอบคลุมทุกพื้นที่ในมหาวิทยาลัยจากผลลัพธ์นี้ทำให้ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้บริการระบบเครือข่ายแลนไร้สายแต่จากผลการศึกษาก็ยังพบปัญหาในบางส่วนซึ่งเกิดจากการติดตั้งอุปกรณ์AP โดยช่องทางในการให้บริการของระบบความถี่เกิดการซ้อนทับกันของสัญญาณทำให้ประสิทธิภาพในการเชื่อมต่อลดลงเพื่อให้คุณภาพในการให้บริการระบบเครือข่ายแลนไร้สายมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเพื่อเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

สำหรับงานวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบริหารจัดการเครือข่ายแลนไร้สาย กรณีศึกษา สำนักงานเทศบาลนครอุดรธานี ของผู้วิจัยนั้นได้กล่าวถึงการสำรวจพื้นที่ที่ให้บริการในแต่ละชั้นของตัวอาคารเพื่อทำการจัดเก็บข้อมูลพื้นที่ในการกระจายสัญญาณว่าครอบคลุมมากน้อยเพียงใด จากนั้นได้มีการจัดเก็บข้อมูลค่าความเข้มของสัญญาณเครือข่ายที่ได้รับReceived signal Strength Indication (RSSI) และค่ากำลังของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน Signal to Noise Ratio (SNR) ค่าการติดตั้งอุปกรณ์ AP ที่ใช้ช่องสัญญาณและความถี่เดียวกัน(Co-Channel Interference) และข้อมูลการซ้อนทับของช่องสัญญาณ (Overlapping APs)ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายที่ติดตั้งไว้ใกล้กันเกินไปทำให้เกิดสัญญาณรบกวนกันเองได้ จากนั้นได้ทำการจัดเก็บสถิติการโอนถ่ายข้อมูลที่มีขนาดความจุ 1 GB ผ่านระบบเครือข่ายแลนไร้สายในทุกชั้นของตัวอาคารเพื่อนำมาเปรียบเทียบความเร็วและประสิทธิภาพของสัญญาณในการโอนถ่ายข้อมูล ซึ่งจะทำให้ทราบประสิทธิภาพการกระจายสัญญาณของอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายในแต่ละชั้นและแต่ละยี่ห้อ(HP กับ Cisco) ว่ามีคุณภาพของสัญญาณแตกต่างกันหรือไม่ เมื่อได้ค่าความแตกต่างแล้ว จึงหาแนวทางการแก้ไขต่อไป

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยนั้น ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนแรก การศึกษาสภาพแวดล้อมเครือข่ายแลนไร้สาย ส่วนที่สอง เครื่องมือที่ใช้สำหรับทำการวิจัย ส่วนที่สาม การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิจัย และส่วนสุดท้าย การวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้

1. การศึกษาสภาพแวดล้อมเครือข่ายแลนไร้สายสภาพแวดล้อมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศโดยทั่วไปของสำนักงานเทศบาลนครอุดรธานี นั้นเป็นอาคารคู่แฝดติดกันสองอาคาร โดยอาคารแรก คืออาคารเฉลิมพระเกียรติพัชรกิตติยาภา เป็นอาคารสูง 8 ชั้น ส่วนอาคารที่สอง คืออาคารอัจฉริยะ เป็นอาคารสูง 4 ชั้น มีการติดตั้งระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้บริการข้าราชการและพนักงานมีทั้งระบบเครือข่ายแลนและระบบเครือข่ายแลนแบบไร้สาย โดยติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายในแต่ละชั้นของอาคารทั้งสอง แบ่งออกเป็น อาคารเฉลิมพระเกียรติฯ มีการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย ยี่ห้อ HP รุ่น HP MSM410 จำนวน 26 เครื่อง โดยมีคอนโทรลเลอร์จำนวน 1 เครื่อง คือ HP MSM 760 และอาคารอัจฉริยะ เป็นอาคารสูง 4 ชั้นมีการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณ ยี่ห้อ CISCO รุ่น AIR LAP1042N จำนวน 2เครื่องและAIR CAP1720I จำนวน 3 เครื่องโดยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครือข่ายแลนไร้สายในครั้งนี้จะนำข้อมูลของอาคารทั้งสองมาเปรียบเทียบกันของอุปกรณ์ที่ติดตั้งทั้งสองยี่ห้อ (ยี่ห้อ HP และยี่ห้อCisco)

Figure 1 The installation point of APon floor G Chalermprakriat building.

จาก Figure 1 เจ้าหน้าที่ติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายแลนไร้สายที่ชั้น G จำนวน 3 เครื่อง ประกอบด้วยฝั่งซ้ายของอาคาร จำนวน 1 เครื่อง และฝั่งขวาของอาคาร จำนวน

2 เครื่องสำหรับรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ในชั้นอื่นๆ ของอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ ทั้งหมดดัง Table 1

Table 1 The installation point of all AP on Chalermprakriat building.

Item	Name of AP	Channel /Frequency	Location	IEEE Standard
1	FG-A1	Channel 13, 2.472GHz	Pattanaraidai Section	802.11b/g/n
2	FG-B1	Channel 7, 2.442GHz	SawatdikarnSection	802.11b/g/n
3	FG-B2	Channel 7, 2.442GHz	TesakitSection	802.11b/g/n
4	F1-A1	Channel 13, 2.472GHz	Patsadu Section	802.11b/g/n
5	F1-B1	Channel 7, 2.442GHz	fiscal Management Section	802.11b/g/n
6	F1-B2	Channel 13, 2.472GHz	fiscal Management Section	802.11a/n
7	F1-B3	Channel 13, 2.472GHz	fiscal Management Section	802.11b/g/n
8	F2-A1	Channel 13, 2.472GHz	Information Department	802.11b/g/n
9	F2-B1	Channel 13, 2.472GHz	SatharanasukSection	802.11b/g/n
10	F2-B2	Channel 1, 2.412GHz	Satharanasuk Section	802.11b/g/n
11	F3-B1	Channel 7, 2.442GHz	Office of the Municipality Section	802.11b/g/n
12	F3-B2	Channel 1, 2.412GHz	Office of the Municipality Section	802.11b/g/n
13	F3-B3	Channel 7, 2.442GHz	Office of the Municipality Section	802.11b/g/n
14	F4-A1	Channel 7, 2.442GHz	VichakarnSection	802.11b/g/n
15	F4-A2	Channel 13, 2.472GHz	Vichakarn Section	802.11b/g/n
16	F4-B1	Channel 1, 2.412GHz	Office of the Municipality Section	802.11b/g/n
17	F4-B2	Channel 7, 2.442GHz	Office of the Municipality Section	802.11b/g/n
18	F5-A1	Channel 13, 2.472GHz	Sukhapibarn Section	802.11b/g/n
19	F5-B1	Channel 13, 2.472GHz	Yotha Section	802.11b/g/n
20	F5-B2	Channel 7, 2.442GHz	Yotha Section	802.11b/g/n
21	F6-A1	Channel 7, 2.442GHz	Building and Planning Section	802.11b/g/n
Item	Name of AP	Channel /Frequency	Location	IEEE Standard
22	F6-B1	Channel 7, 2.442GHz	Technician Section	802.11b/g/n
23	F6-B2	Channel 13, 2.472GHz	Technician Section	802.11b/g/n
24	F7-A1	Channel 13, 2.472GHz	Suksa Section	802.11b/g/n
25	F7-B1	Channel 1, 2.412GHz,	Information technology Section	802.11b/g/n
26	F7-B2	Channel 7, 2.442GHz	Information technology Section	802.11b/g/n

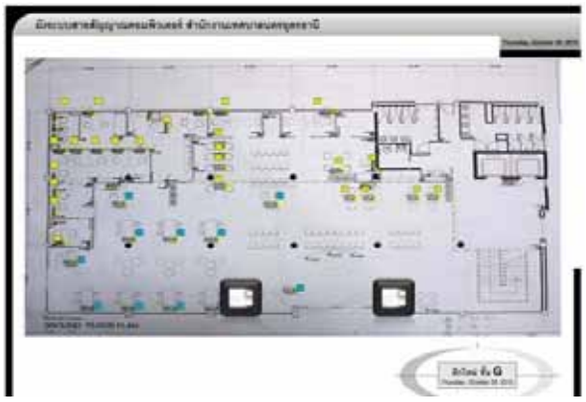


Figure 2 The installation point of APon floor GAtchariya building.

จาก Figure 2 เจ้าหน้าที่ติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายแลนไร้สายที่ชั้น G จำนวน 2เครื่อง ติดตั้งเฉพาะบริเวณด้านหน้าประตูทางเข้าของอาคารอัจฉริยะ สำหรับรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ AP ในชั้นอื่นๆ ของอาคารอัจฉริยะ ทั้งหมดรายละเอียดตาม Table 2

Table 2 The installation point of all APonAtchariya Buliding.

Item	Name of AP	Channel /Frequency	Location	IEEE Standard
1	Udoncity-Wifi-AP1	Channel 1, 2.412GHz	Registration Card Room.	802.11b/g/n
2	Udoncity-Wifi-AP5	Channel 11 ,2.462 GHz	Registration Card Room.	802.11b/g/n
3	AppSecurity	Channel 6 ,2.412 GHz	Registration Card Room.	802.11b/g/n
4	WiFi-Teparuk-Room	Channel 6 ,2.412 GHz	Taparuk room.	802.11b/g/n
5	Wifi-Wessuwan-Room	Channel 1, 2.412GHz	Wessuwan room.	802.11b/g/n

2. เครื่องมือที่ใช้สำหรับทำวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือสำหรับทำวิจัย เพื่อจัดเก็บข้อมูลการสื่อสารของระบบเครือข่ายแลนไร้สายทั้งหมด 4 โปรแกรม ประกอบด้วย

2.1 โปรแกรม Ekahau Heatmapper Wi-Fi Site Survey[1]เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการสำรวจพื้นที่ที่ให้บริการสามารถนำเข้าแผนที่และจุดติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายลงไปได้ และสามารถทำการเดินสำรวจความแรงสัญญาณตามจุดต่างๆ ในอาคาร โดยโปรแกรมสามารถสร้างแผนที่ของอาคารและแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ความเข้มของสัญญาณเครือข่ายได้ ทำให้การออกแบบระบบเครือข่ายแลนไร้สายให้ครอบคลุมสามารถทำได้ง่ายขึ้นและมีข้อมูลสนับสนุนมากยิ่งขึ้นซึ่งสัญญาณที่กระจายออกมานั้นจะแบ่งเป็นโซนสีต่างๆ เช่น สีเขียวเข้ม (-1 ถึง -76 dBm) สีเขียว (-77 ถึง -89 dbm) สีเขียวอ่อน (-90 ถึง -97 dBm) สีเหลือง (-98 ถึง -103 dBm) สีน้ำตาล (-104 ถึง -120 dBm)

2.2 โปรแกรม inssider4 เป็นโปรแกรมสำหรับการสำรวจและวิเคราะห์ระบบเครือข่ายแลนไร้สาย โดยจะสำรวจหมายเลขเครือข่ายช่องสัญญาณเครือข่าย(SSID) ช่องสัญญาณเครือข่าย (Channel) การรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน (Co-Channel Interference) และข้อมูลการซ้อนทับของช่องสัญญาณ (Overlapping APs)ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย

2.3 โปรแกรม Acrylic Wi-Fi Professional เป็นโปรแกรมสำหรับการสำรวจและวิเคราะห์ระบบเครือข่ายแลนไร้สาย เพื่อวัดค่าความแรงของสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย โดยวัดจากค่าระดับความเข้มของสัญญาณที่รับได้ ซึ่งเป็นการวัดความแรงหรือความเข้มของสัญญาณที่ส่งออกมาจากอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายมีหน่วยเป็น dBm และค่าอัตราส่วนการส่งสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนที่ได้สามารถเก็บเป็นตัวเลข เพื่อนำไปประมวลผลได้

2.4 โปรแกรม Net Meter เป็นโปรแกรมวิเคราะห์ตรวจสอบค่าอัพโหลดและดาวน์โหลดข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายแลนไร้สาย ทำให้สามารถทราบค่าการค่าอัพโหลด ดาวน์โหลดของระบบเครือข่ายแลนไร้สายในตอนนั้นว่ามีความเร็วเท่าไหร่ โดยจะแสดงเป็นกราฟ ค่าความเร็วในการอัพโหลด จะเป็นแถบสีเขียว ส่วนค่าความเร็วในการดาวน์โหลดจะเป็นแถบสีแดง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิจัย

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ โดยใช้โปรแกรมดังต่อไปนี้

3.1 โปรแกรม Ekahau Heatmapper Wi-Fi Site Surveyใช้เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นที่ที่อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย ที่กระจายสัญญาณออกไปในแต่ละชั้นของอาคาร โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นรูปภาพแผนที่ความเข้มของสัญญาณ ทำให้ทราบถึงพื้นที่ที่ให้บริการของอุปกรณ์แต่ละเครื่องว่ามีพื้นที่ให้บริการทั่วถึงมากน้อยเพียงใด ดัง Figure 3

Figure 3 The measure the WLAN signal strength on floor G Chalermprakriat building.

จาก Figure 3 เป็นตัวอย่างการตรวจวัดสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย ชั้น Gของอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ โดยใช้โปรแกรม Ekahau Heatmapper Wi-Fi Site Survey พบว่ามีการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย ทั้งหมด 3 เครื่อง การกระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายได้ครอบคลุมพื้นที่ชั้น G ของอาคารเฉลิมพระเกียติฯ ทั้งหมดแล้ว สำหรับรายละเอียดการวัดสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายของอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ ทั้งหมดดัง Table 3

Table 3 The result measure the WLAN signal strengthon Chalermprakriat building.

Item	Location	Result
1	FloorG	Cover
2	Floor1	Cover
3	Floor2	Cover
4	Floor3	No cover
Item	**Location**	**Result**
5	Floor4	Cover
6	Floor5	Cover
7	Floor6	Cover
8	Floor7	Cover

Figure 4 The measure the WLAN signal strength on floor G Atchariya building.

จาก Figure 4 เป็นตัวอย่างการตรวจวัดสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย ในชั้น Gของอาคารอัจฉริยะ โดยใช้โปรแกรม EkahauHeatmapper Wi-Fi Site Survey พบว่ามีการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย เพียงชั้นละ 1เครื่องมีแค่ชั้น Gที่ติดตั้ง 2เครื่องจากการตรวจสอบพบว่าแผนที่ความเข้มของสัญญาณที่แสดงออกมาครอบคลุมพื้นที่เพียงบางส่วนในชั้น G ของอาคารอัจฉริยะเท่านั้น เนื่องจากจุดติดตั้งไม่เหมาะสมและจำนวนอุปกรณ์ AP ไม่เพียงพอสำหรับให้บริการสำหรับรายละเอียดการวัดสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย ของอาคารอัจฉริยะ รายละเอียดดัง Table 4

Table 4 The result of measure the WLAN signal strength on Atchariya building.

Item	Location	Result of measure the WLAN signal strength
1	FloorG	No cover
2	Floor1	No cover
3	Floor2	No cover
4	Floor3	No cover

3.2 โปรแกรม inssider4 ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล หมายเลขเครือข่ายช่องสัญญาณเครือข่าย (SSID)ช่องสัญญาณเครือข่าย (Channel) การรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน (Co-Channel Interference) และข้อมูลการซ้อนทับของช่องสัญญาณ (Overlapping APs) ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย โดยข้อมูลที่ได้ ตัวอย่างดัง Figure 5

Figure 5 The measure the WLAN signal strength on floor G Chalermprakriat building.

สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมในการเก็บรวมรวมข้อมูลหมายเลขเครือข่ายช่องสัญญาณเครือข่าย ช่องสัญญาณเครือข่าย การรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกันและข้อมูลการซ้อนทับของช่องสัญญาณ ของอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ และอาคารอัจฉริยะ ดัง Table 5 – 6

Table 5 The measure the WLAN signal strength on Chalermprakriat building.

Item	Location	Co-Channel Interference	Overlapping APs
1	FloorG	3	0
2	Floor1	3	2
3	Floor2	4	0
4	Floor3	4	0
5	Floor4	5	1
6	Floor5	5	1
7	Floor6	3	1
8	Floor7	3	0

Table 6 The measure the WLAN signal strengthon Atchariya building.

Item	Location	Co-Channel Interference	Overlapping APs
1	FloorG	10	4
2	Floor1	9	4
3	Floor2	9	8
4	Floor3	11	5

3.3 โปรแกรม Acrylic Wi-Fi Professionalเป็นโปรแกรมสำหรับการสำรวจและวิเคราะห์ระบบเครือข่ายแลนไร้สาย โดยวัดจากค่าระดับความเข้มของสัญญาณที่รับได้ ซึ่งเป็นการวัดความแรงหรือความเข้มของสัญญาณที่ส่งออกมาจากอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายมีหน่วยเป็น dBmและค่าอัตราส่วนการส่งสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนข้อมูลที่ได้จะสามารถเก็บเป็นตัวเลข เพื่อนำไปประมวลผลได้ดัง Figure 6

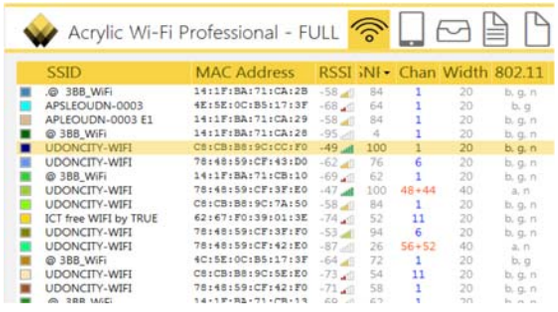


Figure 6 The measure the WLAN signal strength on floor G Chalermprakriat building.

จาก Figure 6 เป็นการเก็บข้อมูลของระบบเครือข่ายแลนไร้สายของอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ เพื่อวัดค่าความแรงของสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย โดยวัดจากค่าระดับความเข้มของสัญญาณที่รับได้ ซึ่งเป็นการวัดความแรงหรือความเข้มของสัญญาณที่ส่งออกมาจากอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายมีหน่วยเป็น dBm และค่าอัตราส่วนการส่งสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมดัง Table 7 - 8

Table 7 The measure the WLAN signal strength on Chalermprakriat building.

Item	Location	RSSI(dBm)	SNR
1	FloorG	-64.45	68.55
2	Floor1	-79.18	40.59
3	Floor2	-76.12	46.25
4	Floor3	-75.69	48.25
5	Floor4	-67.14	61.57
6	Floor5	-75.8	47.47
7	Floor6	-69.4	60.67
8	Floor7	-67.33	62

Table 8 The measure the WLAN signal strengthon Atchariya building.

Item	Location	RSSI(dBm)	SNR
1	FloorG	-69.52	57.56
2	Floor1	-56.27	81.66
3	Floor2	-69.7	60.3
4	Floor3	-78.5	42

3.4 โปรแกรม Net Meterผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลค่าการอัพโหลดและดาวน์โหลดข้อมูลที่มีขนาด1 GB ผ่านระบบเครือข่ายแลนไร้สายของอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ ชั้น G ค่าความเร็วในการดาวน์โหลดข้อมูลมีค่าเท่ากับ 3.97 Mb/sใช้เวลาในการดาวน์โหลด 3.21 นาทีค่าอัพโหลดข้อมูลมีค่าเท่ากับ 3.52 Mb/s ใช้เวลาในการอัพโหลด 4.51 นาทีรายละเอียดดัง Figure 7

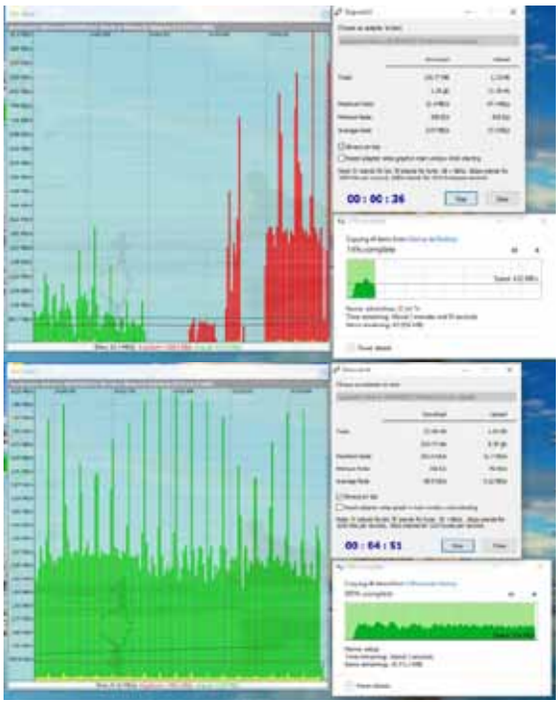


Figure 7 The measure the WLAN data transmission performance on floor G Chalermprakriat building.

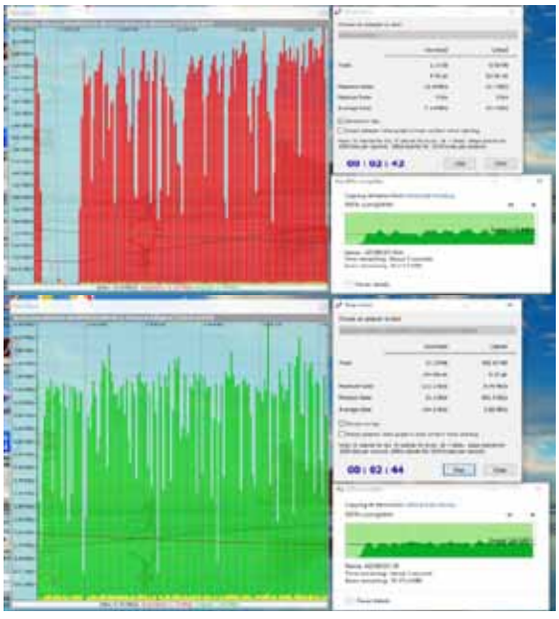


Figure 8 Themeasure the WLAN data transmission performance on floor G Atchariya building.

จาก Figure 8 เป็นการถ่ายโอนข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ โดยการอัพโหลดข้อมูลที่มีขนาดความจุ 1 GB ผ่านระบบเครือข่ายแลนไร้สายของอาคารอัจฉริยะมีความเร็วเท่ากับ 7.14 Mb/s ใช้เวลาในการดาวน์โหลด 2.42 นาที และความเร็วในการอัพโหลดเท่ากับ 5.96 Mb/s ใช้เวลาในการอัพโหลดข้อมูล 2.44 นาที สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้จาก Table 9 - 10

Table 9 Result measure the WLAN data transmission performance on Chalermprakriat building.

Item	Location	Down load	Up load	Time (minute)
1	FloorG	3.97 Mb/s	3.52 Mb/s	Download 3.21 Upload 4.51
2	Floor1	4.17 Mb/s	2.80 Mb/s	Download 4.10 Upload 6.15
3	Floor2	4.91 Mb/s	4.67 Mb/s	Download 3.22 Upload 3.45
4	Floor3	684.7 Kb/s	793.3 Kb/s	Download 25.24 Upload 22.47
5	Floor4	80.6 Kb/s	6.27 Kb/s	Download 95 Upload -
6	Floor5	4.93 Mb/s	4.01 Mb/s	Download 3.24 Upload 4.49
Item	**Location**	**Down load**	**Up load**	**Time (minute)**
7	Floor6	1.24 Mb/s	1.24 Mb/s	Download 14.26 Upload 10.56
8	Floor7	1.18 Mb/s	3.30 Mb/s	Download 14.37 Upload 5.19

Table 10 Result measure the WLAN data transmission performance on Atchariya building.

Item	Location	Down load	Up load	Time (minute)
1	FloorG	7.14 Mb/s	5.96 Mb/s	Download 2.47 Upload 2.49
2	Floor1	6.78 Mb/s	5.47 Mb/s	Download 2.30 Upload 3.09
3	Floor2	7.58 Mb/s	7.07 Mb/s	Download 2.20 Upload 2.30
4	Floor3	7.30 Mb/s	8.53 Mb/s	Download 2.17 Upload 2.47

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การสำรวจพื้นที่ที่ให้บริการ จากการตรวจสอบพื้นที่ที่ให้บริการของอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ พบว่าในแต่ละชั้นมีการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายได้ครอบคลุมพื้นที่เกือบทั้งหมดแล้ว มีเพียงชั้นที่ 3 ของอาคารในส่วนของห้องประชุมคณะผู้บริหารเท่านั้นที่ยังติดตั้งอุปกรณ์ไม่ครอบคลุมครบพื้นที่ เนื่องจากในส่วนนี้ ยังไม่มีงบประมาณในการจัดซื้ออุปกรณ์เพื่อมาติดตั้งเพิ่มเติม สำหรับอาคารอัจฉริยะนั้น ในแต่ละชั้นของอาคารนั้นมีการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายเพียงชั้นละ 1 เครื่อง ซึ่งไม่สามารถส่งสัญญาณได้ครอบคลุมพื้นที่ที่ให้บริการได้ทั้งหมดของแต่ละชั้น โดยเฉพาะชั้น G เป็นชั้นที่ให้บริการประชาชนผู้มาใช้บริการ ซึ่งในชั้นนี้ได้เปิดให้บริการ ระบบเครือข่ายแลนไร้สายฟรีสำหรับประชาชนผู้มาใช้บริการในแต่ละวัน ซึ่งมีการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเพียง 2 เครื่อง และจุดที่ติดตั้งนั้นก็ไม่สามารถส่งสัญญาณได้ครอบคลุมพื้นที่ที่ให้บริการได้ทั้งหมด เพราะได้ติดตั้งในบริเวณส่วนประตูทางเข้าทั้งสองเครื่อง สัญญาณจึงไม่สามารถส่งครอบคลุมไปพื้นที่ได้

2. การกำหนดช่องสัญญาณความถี่ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้พบว่าการรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน มีค่าอยู่ระหว่าง 3 – 5 ช่องสัญญาณและข้อมูลการซ้อนทับของช่องสัญญาณ นั้นมีจำนวน 1 – 2 เครื่องสำหรับอาคารอัจฉริยะที่มีค่าการรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน มีค่าอยู่ระหว่าง 9 – 11 ช่องสัญญาณและข้อมูลการซ้อนทับของช่องสัญญาณจำนวน 5 – 8 เครื่องแต่เนื่องจากอาคารอัจฉริยะ ไม่มีสัญญาณรบกวนของอุปกรณ์ภายในอาคารเดียวกัน แต่จะมีอุปกรณ์ของอาคารอื่นข้างเคียงจำนวนมากมารบกวนแทน จึงไม่ส่งผลในเรื่องประสิทธิภาพของอุปกรณ์ภายในอาคารอัจฉริยะเนื่องจากภายในอาคารอัจฉริยะไม่มีอุปกรณ์ AP ที่กำหนดช่องความถี่ซ้อนทับเพราะในแต่ละชั้นมีอุปกรณ์เพียงชั้นละ 1 เครื่องเท่านั้น จึงไม่ส่งผลเรื่องประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายแลนไร้สายโดยรวม

3. การวัดคุณภาพสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายจากค่าระดับความเข้มของสัญญาณที่รับได้ ซึ่งเป็นการวัดความแรงหรือความเข้มของสัญญาณที่ส่งออกมาจากอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายและค่าอัตราส่วนการส่งสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนจากการเก็บรวบรวมข้อมูลของอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ ค่าระดับความเข้มของสัญญาณที่รับได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -71.88 dBm และค่าอัตราส่วนการส่งสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 54.41สำหรับอาคารอัจฉริยะนั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลค่าระดับความเข้มของสัญญาณมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -68.49 dBm และค่าอัตราส่วนการส่งสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 60.38 เมื่อเปรียบเทียบทั้งสองอาคารพบว่าค่าที่ได้นั้นอาคารอัจฉริยะมีค่าเฉลี่ยที่ดีกว่าอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ ทั้งค่าระดับความเข้มของสัญญาณที่รับได้และค่า

อัตราส่วนการส่งสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนแสดงให้เห็นถึงคุณภาพของสัญญาณของอาคารอัจฉริยะมีความเสถียรและมีคุณภาพสัญญาณที่ดีกว่าอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ

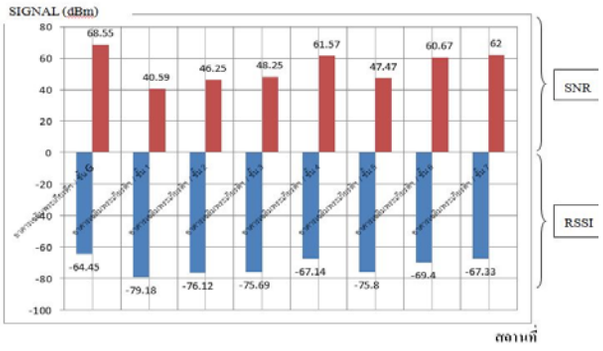
4. การตรวจสอบประสิทธิภาพถ่ายโอนข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย การถ่ายโอนข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย ของอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ ซึ่งได้ทำการดาวน์โหลดข้อมูลจากไฟล์เซิร์ฟเวอร์ ที่มีขนาด 1 GB พบว่าการดาวน์โหลดข้อมูลนั้นมีความเร็วเฉลี่ยสูงสุดในการดาวน์โหลดข้อมูลอยู่ที่ 5.87 Mb/s ใช้เวลาในการดาวน์โหลดข้อมูลทั้งหมด 2.54 นาที และได้ทำการอัพโหลดข้อมูลที่มีขนาด 1 GB ขึ้นไปบนไฟล์เซิร์ฟเวอร์ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 4.67 Mb/s ซึ่งใช้เวลาในการอัพโหลดข้อมูลทั้งหมด 3.22 นาที และการถ่ายโอนข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย ของอาคารอัจฉริยะ ซึ่งได้ทำการดาวน์โหลดข้อมูลจากไฟล์เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งข้อมูลมีขนาดความจุ 1 GB พบว่าการดาวน์โหลดข้อมูลนั้นมีความเร็วเฉลี่ยสูงสุดในการดาวน์โหลดข้อมูลอยู่ที่ 7.58 Mb/s ใช้เวลาในการดาวน์โหลดข้อมูลทั้งหมด 2.15 นาที และได้ทำการอัพโหลดข้อมูลที่มีขนาด 1 GB ขึ้นไปบนไฟล์เซิร์ฟเวอร์ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 7.07 Mb/s ซึ่งใช้เวลาในการอัพโหลดข้อมูลทั้งหมด 2.25 นาที

ผลการทดลอง

1. การสำรวจพื้นที่ที่ให้บริการของอุปกรณ์กระจายสัญญาณของอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายภายในอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ พบว่าครอบคลุมพื้นที่ของแต่ละชั้นภายในตัวอาคารเกือบทั้งหมดแล้ว จะมีแค่เพียงชั้นที่ 3 ของอาคารเฉลิมพระเกียรติเท่านั้นที่การกระจายสัญญาณยังไม่ครอบคลุมฝั่งซ้ายของอาคาร สำหรับอาคารอัจฉริยะนั้น การกระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย จากผลการสำรวจพบว่ายังไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของแต่ละชั้นภายในอาคารเนื่องจากมีการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเพียงชั้นละ 1 เครื่องและจุดที่ติดตั้งยังไม่เหมาะสม

2. การตรวจสอบการรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน จากการทดลองพบว่าค่าการรบกวนกันเองของสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายของอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ โดยมีค่าระหว่าง 3 – 5 ช่องสัญญาณที่รบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน และสำหรับอาคารอัจฉริยะ มีการสำรวจพบการกำหนดค่าให้อุปกรณ์ 9 – 11 ช่องสัญญาณที่รบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน และการซ้อนทับของช่องสัญญาณของอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย ของอาคารเฉลิมพระเกียรติ มีจำนวน 1 - 2 อุปกรณ์ที่กำหนดค่าอุปกรณ์ AP เป็นช่องสัญญาณเดียวกัน สำหรับอาคารอัจฉริยะไม่มีสัญญาณรบกวนของอุปกรณ์ภายในอาคารเดียวกันแต่จะมีอุปกรณ์ของอาคารอื่นข้างเคียงจำนวนมากมารบกวนแทน จึงไม่ส่งผลในเรื่องประสิทธิภาพของอุปกรณ์ภายในอาคารอัจฉริยะเนื่องจากภายในอาคารอัจฉริยะไม่มีอุปกรณ์ APs ที่กำหนดช่องความถี่ซ้อนทับเนื่องจากในแต่ละชั้นมีอุปกรณ์เพียงชั้นละ 1 เครื่อง เท่านั้นจึงไม่ส่งผลเรื่องประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายแลนไร้สายโดยรวม

3. การวัดคุณภาพของสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย โดยวัดจากค่าระดับความเข้มของสัญญาณที่รับได้ ซึ่งเป็นการวัดความแรงหรือความเข้มของสัญญาณที่ส่งออกมาจากอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายมีหน่วยเป็น dBm โดยค่าเฉลี่ยที่วัดได้ของอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ -71.88 dBm และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนการส่งสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน 54.41 และค่าเฉลี่ยความแรงหรือความเข้มของสัญญาณที่ส่งออกมาจากอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายที่วัดได้ของอาคารอัจฉริยะเท่ากับ -68.49 dBm และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนการส่งสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน 60.38จากตัวเลขดังกล่าวของทั้งสองอาคารพบว่าค่าระดับความเข้มของสัญญาณ และค่าอัตราส่วนการส่งสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน ของอาคารอัจฉริยะดีกว่าอาคารเฉลิมพระเกียรติฯดัง Figure 9 - 10



Picture9Measure the WLAN signal strengthon Chalermprakriat building.

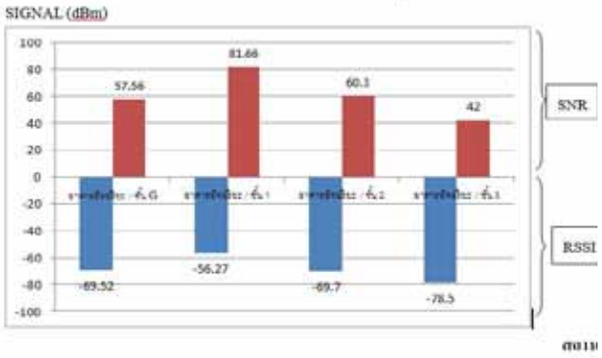


Figure 10 Measure the WLAN signal strength on Atchariya building.

4. การตรวจสอบประสิทธิภาพถ่ายโอนข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย จากผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพและความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลของอาคารอัจฉริยะจะมีค่าที่สูงกว่าอาคารเฉลิมพระเกียรติ และใช้เวลาในการถ่ายโอนข้อมูลขนาด 1GB ผ่านระบบเครือข่ายแลนไร้สายที่น้อยกว่า จึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพการถ่ายโอนข้อมูลของอาคารอัจฉริยะในเรื่องความเร็วจะดีกว่าอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ ดัง Figure 11

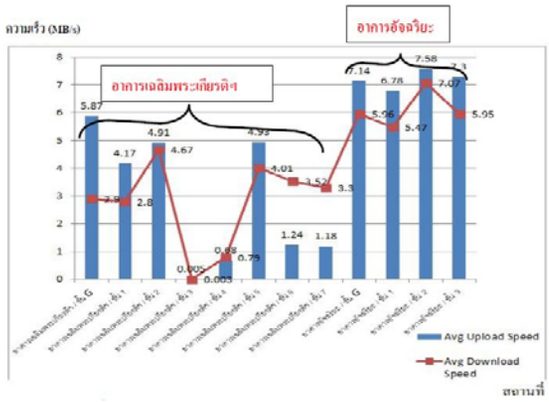


Figure 11 To compare measure the WLAN data transmission performance between Chalermprakriat building and Atchariya building.

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลระบบเครือข่ายแลนไร้สายของสำนักงานเทศบาลนครอุดรธานี ดังนี้

1. การติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายจากผลการทดลองพบว่าการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย ภายในอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ มีความเหมาะสมสามารถกระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายได้คลุมพื้นที่ที่ให้การแต่จะมีเฉพาะที่ชั้นสาม ที่ยังขาดในส่วนฝั่งซ้ายของอาคาร จึงควรเพิ่มอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายเข้าไปหนึ่งเครื่องในจุดนี้ สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายแลนไร้สายของอาคารอัจฉริยะนั้นยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ที่ให้บริการ และยังไม่เพียงพอในแต่ละชั้น เนื่องจากมีการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายในแต่ละชั้นเพียง 1 เครื่องเท่านั้น ซึ่งการกระจายสัญญาณไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดได้ จึงควรมีการเพิ่มเติมอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้

2. การกำหนดช่องสัญญาณความถี่ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายสำหรับปัญหาการรบกวนกันในช่องสัญญาณเดียวกัน ของอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ จำนวน 3 – 5 เครื่องในแต่ละชั้น และการซ้อนทับของช่องสัญญาณ จำนวน 1 – 2 ช่องสัญญาณ แต่สำหรับอาคารอัจฉริยะ ไม่มีสัญญาณรบกวนของอุปกรณ์ภายในอาคารเดียวกันแต่จะมีอุปกรณ์ของอาคารอื่นข้างเคียงจำนวนมากมารบกวนกันในช่องสัญญาณเดียวกัน จำนวน9 -11เครื่องและการซ้อนทับของช่องสัญญาณ จำนวน 5 – 8 ช่องสัญญาณ แต่ไม่ส่งผลในเรื่องประสิทธิภาพของอุปกรณ์ภายในอาคารอัจฉริยะเนื่องจากภายในอาคารไม่มีอุปกรณ์ AP ที่กำหนดช่องความถี่ซ้อนทับในแต่ละชั้นมีอุปกรณ์เพียงชั้นละ 1 เครื่องจึงไม่ส่งผลเรื่องประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายแลนไร้สายโดยรวมได้

3. การวัดคุณภาพของสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายจากผลการทดลองพบว่าการวัดคุณภาพของสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สาย โดยวัดจากค่าระดับความเข้มของสัญญาณที่รับได้และค่าอัตราส่วนการส่งสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนพบว่ามีค่าต่ำกว่าอาคารอัจฉริยะ มีค่าที่มากกว่าอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ จึงสรุปได้ว่าคุณภาพการกระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายของอาคารอัจฉริยะดีกว่าอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ

4. การถ่ายโอนข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายแลนไร้สายที่มีขนาดความจุ 1 GB จากไฟล์เซิร์ฟเวอร์ผ่านระบบเครือข่ายแลนไร้สาย ของอาคารเฉลิมพระเกียรติพัชรกิติยาภา และอาคารอัจฉริยะ พบว่าความเร็วของการถ่ายโอนข้อมูลโดยเฉลี่ยนั้น อาคารอัจฉริยะ จะมีความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลที่มากกว่า อาคารเฉลิมพระเกียรติฯ แสดงให้ให้ว่าอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายของอาคารอัจฉริยะ มีประสิทธิภาพในการถ่ายโอนข้อมูลที่ดีกว่า อาคารเฉลิมพระเกียรติฯ

จากข้อมูลสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลระบบเครือข่ายแลนไร้สายของสำนักงานเทศบาลนครอุดรธานี สามารถสรุปได้ดัง Table 11

Table 11 To compare measure the WLAN data transmission performance between Chalermprakriat building and Atchariya building.

Item	Name	Chalermprakriat Building	Atchariya Building
1	Coverage area	/	
2	Overlappingof the signal less		/
3	The signal-to-noise ratioless		/
4	Signal strength of WLAN to better		/
5	Measure the WLAN data transmission performance		/

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ก่อนที่จะทำการติดตั้งระบบเครือข่ายแลนไร้สายจะต้องมีการวางแผนการติดตั้งล่วงหน้าและสำรวจพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งให้ครอบคลุม และมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน

2. ควรมีการเพิ่มอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายเพิ่มเติมสำหรับอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ ชั้นที่3 จำนวน 1 เครื่อง อาคารอัจฉริยะ ชั้น G ชั้นที่1 และชั้นที่2 ชั้นละ 1 เครื่อง ส่วนชั้นที่ 3 ของอาคารอัจฉริยะนั้น เป็นห้องประชุมซึ่งมีผู้เข้าร่วมประชุมจำนวนมากในแต่ละครั้ง ควรเพิ่มอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายอีก2 เครื่อง ให้การกระจายสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ที่ให้บริการทั้งหมดของอาคาร

3. กำหนดช่องสัญญาณความถี่ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายใหม่ ไม่ให้ซ้อนทับกันของช่องสัญญาณโดยการกำหนดตามการบริหารย่านความถี่ของระบบเครือข่ายแลนไร้สาย ดัง Table 12

Table 12 Improve the WLAN performance

Item	Name	Old Channel		New Channel		Location
		Channel	Frequency (GHz)	Channel	Frequency (GHz)	
1	FG-A1	13	2.472	11	2.462	Pattanaraidai Section
2	FG-B1	7	2.442	6	2.437	Sawatdikarn Section
3	FG-B2	7	2.442	1	2.412	Tesakit Department
4	F1-A1	13	2.472	6	2.437	Patsadu Section
5	F1-B1	7	2.442	1	2.412	fiscal Management Section
6	F1-B2	13	2.472	11	2.462	fiscal Management Section
7	F1-B3	13	2.472	6	2.437	fiscal Management Section
8	F2-A1	13	2.472	11	2.462	Information Department
9	F2-B1	13	2.472	6	2.437	Satharanasuk Section
10	F2-B2	1	2.412	1	2.412	Satharanasuk Section
11	F3-B1	7	2.442	6	2.437	Office of the Municipality Section
12	F3-B2	1	2.412	1	2.412	Office of the Municipality

						Section
Item	Name	Old Channel		New Channel		Location
		Channel	Frequency (GHz)	Channel	Frequency (GHz)	
13	F3-B3	7	2.442	11	2.462	Office of the Municipality Section
14	F4-A1	7	2.442	6	2.437	Vichakarn Section
15	F4-A2	13	2.472	1	2.412	Vichakarn Section
16	F4-B1	1	2.412	11	2.462	Office of the Municipality Section
17	F4-B2	7	2.442	6	2.437	Office of the Municipality Section
18	F5-A1	13	2.472	11	2.462	Sukhapibarn Section
19	F5-B1	13	2.472	1	2.412	Yotha Section
20	F5-B2	7	2.442	6	2.437	Yotha Section
21	F6-A1	7	2.442	1	2.412	Building and Planning Section
22	F6-B1	7	2.442	11	2.462	Technician Section
23	F6-B2	13	2.472	6	2.437	Technician Section
24	F7-A1	13	2.472	1	2.412	Suksa Section
25	F7-B1	1	2.412	6	2.437	Information technology Section
26	F7-B2	7	2.442	11	2.462	Information technology Section

4. การเลือกใช้อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายนั้นควรเลือกให้เป็นผู้ผลิตเดียวกันเพราะแต่ละผู้ผลิตนั้นย่อมมีมาตรฐานจากโรงงานที่แตกต่างกันซึ่งถ้าอุปกรณ์มาจากต่างผู้ผลิตกันก็จะมีคุณสมบัติบางอย่างที่แตกต่างกันรวมถึงโปรแกรมการจัดการที่ติดมากับอุปกรณ์ก็มักจะสนับสนุนเฉพาะกับอุปกรณ์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันด้วยดังนั้นการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันจึงทำให้มีความสะดวกในการบริหารจัดการระบบเครือข่ายมากกว่าเนื่องจากการทดลองพบว่ามีการติดตั้งระบบเครือขายแลนไร้สาย ต่างผู้ผลิตกันถึง 2 ยี่ห้อซึ่งแต่ละยี่ห้อนี้ก็จะมีระดับความแรงของสัญญาณที่ต่างกันทำให้รัศมีทำการของระบบเครือขายแลนไร้สาย แต่ละยี่ห้อต่างกันด้วยทำให้ยากแก่การออกแบบและการบริหารเครือข่าย

สรุปผลการวิจัยพบว่า จากการตรวจสอบประสิทธิภาพของอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายยี่ห้อ HP รุ่น HP MSM410 จำนวน 26 เครื่องและอาคารอัจฉริยะที่มีการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายยี่ห้อ CISCO รุ่น AIR LAP1042N จำนวน 2เครื่องและ AIR CAP1720I จำนวน 3 เครื่อง เมื่อนำผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพในด้านต่างๆของอาคารทั้งสองมาเปรียบเทียบกันแล้วพบว่าอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแลนไร้สายที่ติดตั้งภายในอาคารอัจฉริยะซึ่งเป็นยี่ห้อ Cisco มีประสิทธิภาพของสัญญาณที่ดีกว่ายี่ห้อ HP ที่ติดตั้งภายในอาคารเฉลิมพระเกียรติฯ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องด้วยได้รับความกรุณาจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ขจิตพรรณ กฤตพลวิมาน อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยที่ได้ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในการดำเนินงานและแนะแนวทางในการศึกษาจนทำให้งานวิจัยการค้นคว้าอิสระฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ณที่นี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์และบุคคลต่างๆทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และแนวคิดในด้านต่างๆทำให้ผู้จัดทำสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการทำงานวิจัยฉบับนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสุดท้ายนี้กราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวซึ่งได้ให้กำลังใจในการทำงานแก่ผู้จัดทำเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

1. อรรณพ ขันธิกุล.ออกแบบและติดตั้งระบบ Wireless LAN 2nd Edition. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด; 2553.
2. จตุชัย แพงจันทร์. เจาะระบบ Network 3rdEdition. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: ไอดีซีฯ พรีเมียร์จำกัด; 2555.
3. พิศพราว เหล่าบุศรากุล.การวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่ายแลนไร้สาย. รายงานการศึกษาสารนิพนธ์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ;2547.
4. กชกรมากสุริวงศ์. การออกแบบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สายโดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ;2545.
5. บัญชาโพธิ์ทัย. การประเมินคุณภาพโครงข่าย Wi-Fi มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระ.ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย;2551.